



GLA-1070
c.1

REPUBLICA DE CHILE
MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS
DIRECCION GENERAL DE AGUAS

GLA. 1070

BIBLIOTECA
de la
DIRECCION GENERAL AGUAS

I N V E N T A R I O D E G L A C I A R E S D E L A

H O Y A D E L R I O M A T A Q U I T O

AUTOR: CARLOS NOVEROY C.
ESTUDIANTE INGENIERIA
CIVIL, GEOGRAFICA USACH.

Febrero, 1987

AGRADECIMIENTOS

Al equipo Profesional del Departamento de Estudios Hidrológicos y en especial al Geógrafo Sr. CARLOS GARIN por su supervisión en el trabajo.

Carlos Noveroy.

INDICE

	PAGINA N°
1.- Conclusiones y Recomendaciones	1
2.- Introducción	3
2.1.- Objetivo	3
2.2.- Ubicación	4
2.3.- Trabajos anteriores	4
3.- Material Fotográfico y Cartográfico	4
3.1.- Fotografías Aéreas	4
3.2.- Cartografía	6
4.- Definición de Glaciar y Limitaciones del trabajo	7
5.- Método de trabajo	8
5.1.- Procedimiento	8
5.2.- Confección de la Hoja de Datos	9
6.- Inventario de Glaciares	13
6.1.- Extensión Areal de los Glaciares	13
6.1.1.- Distribución Areal de los Glaciares	13
6.2.- Orientación de los Glaciares	16
6.3.- Altura de los Glaciares	16
6.4.- Clasificación de los Glaciares	17
6.4.1.- Tipos	18
6.4.2.- Forma	18
6.4.3.- Características del frente	19
6.4.4.- Perfil longitudinal	19
6.4.5.- Principal fuente de alimentación	20
6.4.6.- Actividad de la lengua	20
6.5.- Volúmen de Hielo y su equivalente en agua	20

T A B L A S

	PAG. Nº
1.- Fotografías aéreas verticales HYCON	6
2.- Cartografía empleada en el inventario	6
3.- Estimación del espesor según magnitud areal	12
4.- Distribución de los glaciares por rango de tamaño (0-10)KM ² .	13-14
5.- Distribución de los glaciares por rango de tamaño (0-1,0)KM ² .	14
6.- Distribución de las orientaciones de los glaciares	16
7.- Rango de las alturas de los glaciares	17
8.- Distribución de los tipos de glaciares	18
9.- Distribución de de la forma de glaciares	18
10.- Distribución del frente glaciar	19
11.- Distribución del perfil longitudinal de los glaciares	19
12.- Distribución de la fuente principal de alimentación	20
13.- Valores de área englaciada, volúmen y equivalente en agua	21
14.- Distribución de glaciares por altura media	21-22
15.- Distribución de altura media por orientación	22
16.- Distribución de pendiente por glaciar y orientación	24
17.- Clasificación y descripción de glaciares	29

	PAG. Nº
7.- Relaciones estadísticas que se desprenden de la Hoja de Datos	21
7.1.- Distribución de Glaciares por altura media	21
7.2.- Distribución de la altura media por orientación	22
7.3.- Distribución de pendientes por orientación	24
7.3.1.- Cálculo de pendiente	24
7.3.2.- Distribución de la pendiente por orientación	24
8.- Bibliografía	25

ANEXO "A" Normas establecidas por UNESCO para la descripción y clasificación de glaciares. 27

ANEXO "B" Listado computacional con los datos obtenidos en cada glaciar 37

LISTA DE FIGURAS

1.- Ubicación del área en estudio	5
2.- Hoja estándar de datos	10
3.- Distribución del área englaciada de la Hoya del Río Mataquito.	15
4.- Curva Hipsográfica de la superficie englaciada de la Hoya del Río Mataquito.	23
5.- Tipos diferentes en la clasificación de glaciares (Anexo A)	30

1.- Conclusiones y Recomendaciones

1.1.- CONCLUSIONES

- En la Hoya del Río Mataquito se han inventariado 81 Glaciares que corresponden a 31,91 Km.2. de superficie en glaciada.
- El 43,21% de los Glaciares están en el rango de 0-0,1Km.2 y corresponden al 2% de la superficie englaciada, mientras que sólo el 2,47% de los glaciares están en el rango 5-10Km.2 cubriendo el 45,72% del total de la superficie.
- El mayor Glaciariar de la Hoya del Río Mataquito es el N^o 54 y cubre una superficie de 7,32 Km.2.
- Las orientaciones predominantes son al sur y sur-este, que en suma corresponden al 67,91% de los glaciares que se distribuyen en 28,40% y 39,51% respectivamente.
- La altura máxima promedio es de 2.950 msnm. mientras que la mínima promedio es de 2.700 msnm.
- Si se supone que la altura de la línea de nieve corresponde a la altura media del glaciariar, diríamos que esta se ubica a los 2.820 msnm. Lo cual estaría de acuerdo con Brüggen (1950) que estimó esta en 2.800 msnm. x

- Respecto a la clasificación de los Glaciares:
 - El 55,26% corresponde a Glaciaretas.
 - El 74,07% corresponde a la forma de Planchón.
 - El 58,02% tiene un frente desprendente.
 - El 61,72% tiene un perfil Longitudinal colgante.
 - El 96,3 % tiene como su principal frente de alimentación a nieve y/o nieve en deriva.
 - El 100% tiene la actividad de la lengua incierta.
- Referente al volúmen de hielo y/o nieve y su equivalente en agua, se estima que para la Hoya del Río Mataquito hay un volúmen de 2.29 Km³ y corresponden a 1,83 Km³. de reservas de agua en forma de hielo y/o nieve.
- Se presume que en el sector comprendido entre la latitud 35° (00-10)'S y Longitud 70° (22-26)'W pueden existir glaciares de roca o morrenas con material ~~d~~trítico, pero no hay suficiente evidencia.
- Con programas computacionales sencillos se pueden relacionar variables que a juicio de los interesados en la materia estimen conveniente. En el punto 7 de este Informe se muestran algunos de ellos.

1.2.- RECOMENDACIONES

- Se recomienda completar el Inventario con otro u otros juegos de fotos tales como el SAF 1968, noviembre (año seco) o SAF 1984 (Febrero-Marzo) a modo de poder evaluar en forma precisa la línea de nieve, glaciares de Roca, Morrenas y actividad de la lengua.

Adquirir

|||

- Promover Investigaciones en terreno que permitan estimar de mejor manera el espesor de los Glaciares.

2.- INTRODUCCION

2.1.- OBJETIVOS

- El presente informe de carácter preliminar tiene el objetivo de realizar un inventario de glaciares de la Hoya del Río Mataquito en la VII Región. Como una contribución al inventario nacional de glaciares que forma parte de los programas realizados por el Departamento de Hidrología de la Dirección General de Aguas Ministerio de Obras Públicas.

Su finalidad última es determinar la distribución y características de las reservas de agua contenidas en los 81 glaciares localizados en el área en estudio, tales como ubicación, superficie, ^mlogitudes, alturas, orientación y volúmenes, además de la clasificación internacional de glaciares según las normas de UNESCO.

El estudio comprende además de métodos, procedimientos y normas empleadas en la realización del inventario para que en un futuro próximo se complete, precise, actualize la información recopilada en el presente informe.

Por último se señala que quedaron excluidos del inventario los glaciares de Roca y coverturas de nieve.

2.2.- UBICACION:

La zona en estudio se ubica entre las latitudes $34^{\circ}59'$ y $35^{\circ}38'S$ y entre las longitudes $70^{\circ}29'$ y $70^{\circ}45'W$ que corresponde a la parte noeste de la VII Región. Ver figura N° 1.

2.3.- TRABAJOS ANTERIORES

Aparentemente los primeros trabajos en la zona de estudio serían de GERTH (1915) citado por BRUGGEN (1929) dónde se refiere a la geomorfología de la cordillera superior de los Andes.

BRUGGEN (1950), describe rasgos geomorfológicos y morfología glacial de la zona, junto con hacer notar la formación de la Laguna del Teno, anotando además que la línea de nieve a esa fecha (1950) se ^{en}contraría a 2.800 msnm. X

Corfo en su texto refundido (1965) hace una descripción de la Hidrografía del Río Mataquito.

KLOHN (1970) citado por CAVIEDES (1979) se refiere a la geología de la Hoya superior del Río Teno.

3.- MATERIAL FOTOGRAFICO Y CARTOGRAFICO

3.1.- FOTOGRAFIAS AEREAS

Para efecto del inventario se utilizaron las fotografías que por el momento se disponían en el ^{geb-}Departamento de Estudios Hidrológicos (D.G.A/MOP) que corresponden al vuelo vertical HYCON, vuelo efectuado en los meses de Diciembre de 1954, Enero de 1955 y febrero de 1956, con una altura promedio de

UBICACION DE LA ZONA DE ESTUDIO HOYA DEL RIO MATAQUITO

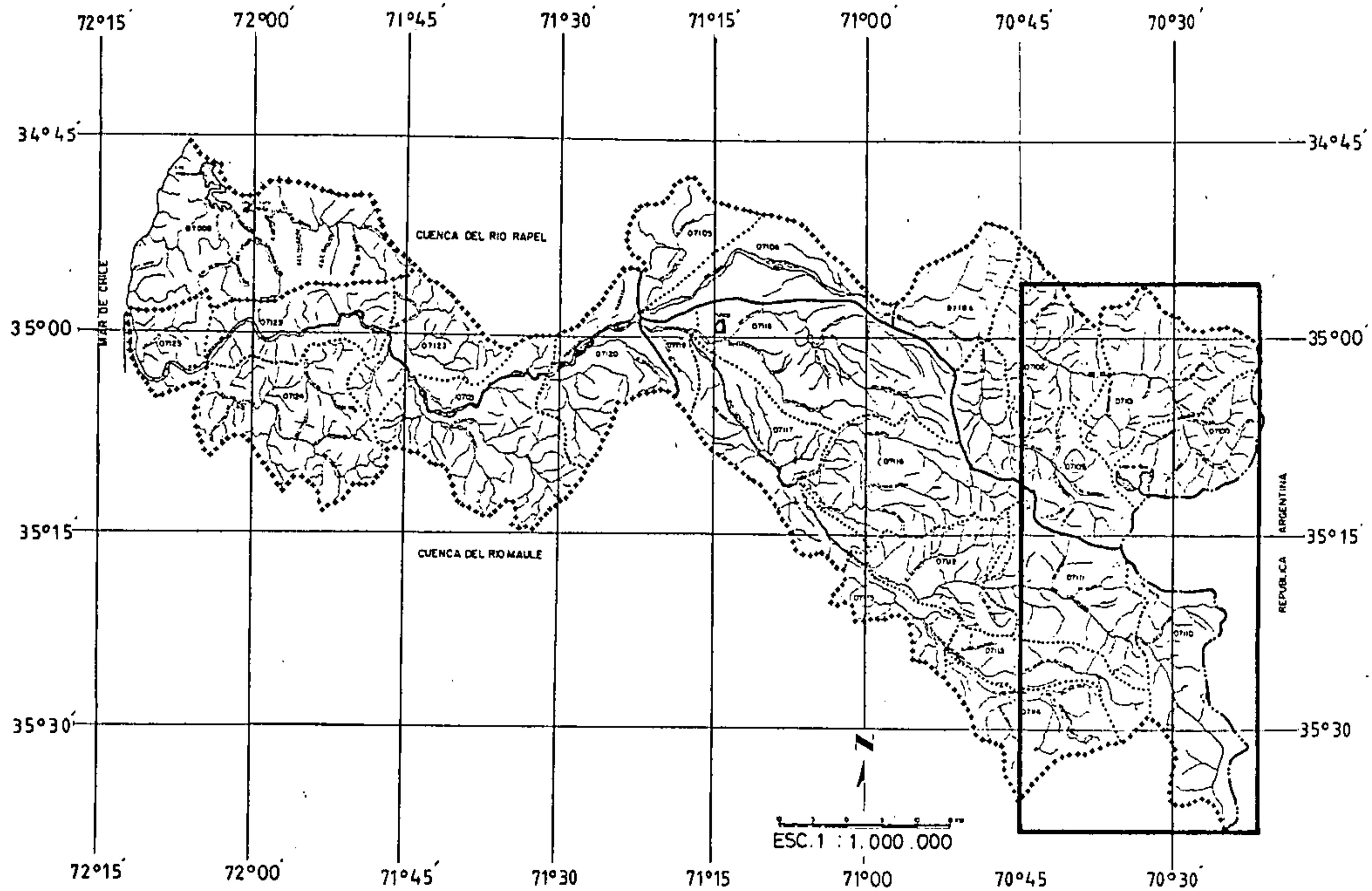


Figura 1

10.500 msnm y una distancia focal de 135,5 mm., la escala promedio del juego de fotografías de 1:70.000. La tabla N° 1 señala el detalle de las fotografías.

TABLA N° 1

Fotografías Aéreas verticales Hycon

ROLLO	SERIE	FECHA
147	/24869-24862	Febrero 29, 1956
12	/ 1769- 1755	Enero 22, 1955
7	/ 1118-1131	Enero 8, 1955
5	/ 725- 714	Diciembre 28, 1954
5	/ 674- 686	Diciembre 28, 1954

3.2.- CARTOGRAFIAS

Las cartografías utilizadas corresponden a las cartas regulares 1:250.000 y 1:50.000 del Instituto Geográfico Militar. La tabla N° 2 se da el detalle de la cartografía empleada.

TABLA N° 2

Cartografía Empleada en el Inventario

HOJA N°	COORDENADA	ESCALA	DENOMINACION
13	3445 - 7015	1:50.000	Termas del Flaco
12	3500 - 7020	1:50.000	Lagunas de Teno
8	3515 - 7020	1:50.000	Volcán Peteroa
15	3530 - 7015	1:50.000	Cerro Sn. Francisquito
288	3530 - 7030	1:50.000	Volcan Descabezado Chico.
SI-19-13-14	3500 - 7015	1:250.000	Talca
SI-19-9	3400 - 7030	1:250.000	Rancagua

4.- DEFINICION DE GLACIAR Y LIMITACIONES DEL TRABAJO

Un glaciar puede definirse como una acumulación, sobre tierra, de hielo perenne que fluye lentamente por reptación hacia alturas inferiores debido a su propio peso. De acuerdo a la definición, las limitaciones del trabajo se deben casi en su totalidad, a las fotografías aéreas empleadas en el inventario ya que prácticamente la mitad del área cubierta por hielo y nieve corresponden al mes de Diciembre de 1954, las cuales presentan evidencias de acumulación de nieve invernal y además señala la MARANGUNIC (1979) citando a POST (1971) "La definición dada anteriormente se complica debido que:

- 1.- Incluso la acumulación de nieve invernal presenta propiedades de flujo.
- 2.- Pueden existir masas de hielo perenne que no evidencian flujo.
- 3.- Acumulaciones de hielo perenne alimentado por avalanchas desde glaciaretes activos colgantes frecuentemente muestran poco movimiento."

Un problema adicional, propio de la cordillera central de Chile, lo constituye la presencia de glaciares de Roca formado por acumulaciones de Hielo y Roca y con una cubierta de material detrítico, de algunos metros de espesor (MANRANGUNIC 1976). En estos glaciares se hace difícil identificar las propiedades de flujo, sobre todo cuando sus velo-

*¿cual es el número
de otros?*

idades de reptación llegan a valores mínimos (MARANGU-
NIC, 1979).

Para el inventario de glaciares fue objeto de identifica-
ción todo glaciar expuesto de a lo menos 0,01 Km²., Exclu-
yendo los glaciares de roca.

*con g'ista
de roca*

5.- METODO DE TRABAJO

5.1.- PROCEDIMIENTO

El procedimiento empleado para realizar el inventario de
glaciares fue el siguiente:

- 1.- En base a la carta 1:250.000 delinear la Hoya Hidro-
gráfica del Mataquito.
- 2.- El inventario de glaciares se realizó en base a las
normas impartidas por el TTS (MULLER et al 1977-1978).
- 3.- Para esto se procedió al estudio de fotografías des-
critas en el Punto 3.1.
- 4.- Para cada glaciar inventariado se empleó el método de
restitución gráfica, de modo de traspasar la informa-
ción a las cartas 1:50.000.
- 5.- Asignación de una hoja standard de datos para cada gla-
ciar.
- 6.- Cálculo de áreas, a partir de las cartas 1:50.000 con

planímetro y plantilla cuadrículada.

- 7.- Determinación de cotas mediante el uso de barra de paralelaje de estereoscopio ó midiendo en forma directa las cotas en la carta 1:50.000.
- 8.- El resto de la información tal como clasificación, orientación etc. se determinó en forma directa desde las fotografías, a modo de completar la información requerida.
- 9.- Verificar la información en las hojas standard de datos
- 10.- Traspaso de la información donde las hojas standar de datos a computador IBM 5110 en DISKETTE.
- 11.- Confección del informe final.

5.2.- CONFECCION DE HOJA DE DATOS

Para cada glaciar se confeccionó una hoja standard de datos ver figura N° 2.

Identificación / Numero del glaciar	
Nombre del glaciar	
Latitud	
Longitud	
Coordenadas	
Numero de cuencas de drenaje	
Numero de estados independientes	
Mapa topografico empleado: escala	
: año	
Fotografias empleadas: tipo	
: año	
Numero total de tarjetas	
Numero de la tarjeta	
Area superficial total (km ²)	
: precision	
: total en el estado (km ²)	
: expuesta (km ²)	
Area de ablacion (km ²)	
Ancho promedio (km)	
Largo promedio (km)	
Largo maximo: total (km)	
: expuesto (km)	
: area de ablacion (km)	
Orientacion: area de acumulacion	
: area de ablacion	
Numero de la tarjeta	
Altitud maxima glaciar (msnm)	
Altitud media glaciar (msnm)	
Altitud minima glaciar (msnm): total	
: expuesta	
Altitud media area de acumulacion (msnm)	
Altitud media area de ablacion (msnm)	
Clasificación	
Periodo de evaluacion actividad de lengua	
Morrenas	
Linea de nieves del glaciar: altitud (msnm)	
: precision	
: fecha (d/m/a)	
Profundidad media (m)	
precision	
Numero de la tarjeta	

El código de identificación de la Hoya del Río Mataquito es el N° 071, según nomenclatura estudiada por la Dirección General de Aguas (Benitez, 1980).

El nombre de los Glaciares, fue dado según el sector donde se ubican, o la toponimia del lugar, dado por la carta 1:50.000.

Los datos de latitud y longitud fueron calculados de la carta 1:50.000 al segundo, tomando como referencia el punto medio ó central de cada glaciar

El cálculo de las coordenadas U.T.M. se hizo en base a un programa computacional creado por el autor.

Las mediciones de áreas se efectuaron con planímetro polar de compensación O.T.T. de brazo móvil variable y plantillas milimetradas para superficies menores de 0,1 km²., con el proposito de minimizar errores.

La determinación de ancho promedio, largo promedio, largo máximo, máximo expuesto , se obtuvo de la cartografía empleada, midiendo las distancias en forma directa empleando escalímetro de abánico Ecobra.

La orientación de los glaciares fueron obtenidas directamente de las fotos aéreas, observando los glaciares con estereoscopio de espejo (KARL ZEISS) y estereoscopio de bolsillo.

La información sobre cotas máximas, mínimas, etc. de cada glaciar se obtuvo con el uso de barra de paralelaje y estereoscopio completando esta información con control de cotas de la cartografía 1:50.000

La clasificación de glaciares se efectuó según las normas establecidas por la UNESCO, explicados en el ANEXO A, observando los glaciares con estereoscopio.

Para estimar los volúmenes de hielo se recurrió primero a la tabla confeccionada por MARANGUNIC 1979 a modo de determinar la profundidad del glaciar en función de su área.

Con las áreas de glaciares medidos en la cartografía empleada y la profundidad estimada según la tabla N° 3, se obtuvieron los volúmenes de las masas de hielo y nieve con convirtiéndolos posteriormente a equivalente en agua, con una densidad promedio para el hielo del glaciar de 0,8 gr/cm³.

TABLA N° 3

ESTIMACIONES DE ESPESOR SEGUN MAGNITUD AREAL

AREA (KM2.)	ESPESOR MEDIO (M)
0,00 - 0,1	5
0,11 - 0,5	20
0,51 - 1,0	40
1,01 - 2,0	65
2,01 - 5,0	90
5,01 - 10,0	120
10,01 - 20,00	155

Donde está el plano índice

6.- INVENTARIO DE GLACIARES

6.1.- EXTENSION AREAL DE LOS GLACIARES

En la Hoya del Río Mataquito se ha reconocido un total de 81 glaciares, que cubren una superficie de 31,91 Km². de los cuales el 88% que corresponden a 28 Km²., tributan a la Hoya del Río Teno y el 12% 3,91 Km². tributan a la Hoya del Río Lontué. Por esta razón y de acuerdo a los datos proporcionados por Corfo, (1965), referente a la hidrografía de la zona en estudio, el autor ha convenido en "no" hacer una subdivisión de la Hoya del Mataquito.

En la figura N° 3 se señala la ubicación y distribución aproximada de los glaciares.

6.1.1-DISTRIBUCION AREAL DE LOS GLACIARES

El 43,21% de los glaciares están en el rango de 0-0,1 Km². y que corresponden al 2% de la superficie englaciada, mientras que sólo el 2,49% de los glaciares están en el rango de 5-10 Km² cubriendo el 45,72% de la superficie englaciada, en las tablas N° 4 y N° 5 se describe la distribución de los glaciares por rango de tamaño.

TABLA N° 4

RANGO KM2	G L A C I A R E S		AREA CUBIERTA	
	N°	%	KM2	%
0,00-0,10	35	43,21	2,00	6,27
0,10-0,20	23	28,40	3,32	10,40
0,20-0,30	8	9,88	2,02	6,33
0,30-0,40	3	3,70	1,03	3,23

RANGO KM2.	G L A C I A R E S		AREA CUBIERTA	
	Nº	%	KM2	%
0,40-0,50	--	--	--	--
0,50-1,00	9	11,11	7,14	22,38
1,00-2,00	1	1,23	1,81	5,67
2,00-5,00	--	--	--	--
5,00-10,00	2	2,47	14,59	45,72
T O T A L E S	81	100,00	31,91	100,00

TABLA Nº 5

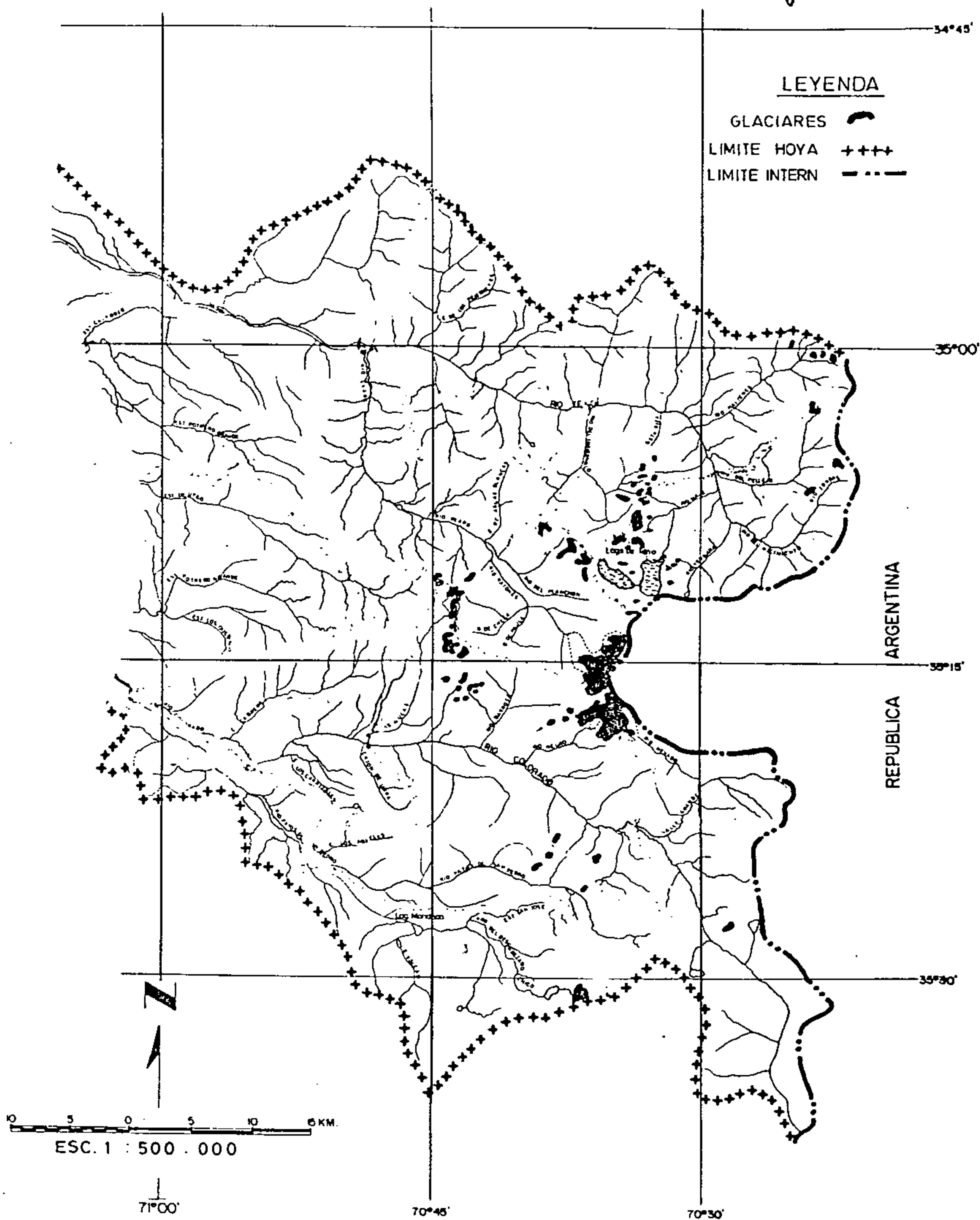
DISTRIBUCION AREAL DE LOS GLACIARES MENORES DE 0,1 KM2.

RANGO KM2.	G L A C I A R E S		A R E A	
	Nº	%	KM2	%
0-0,01	--	--	--	--
0,01-0,02	2	2,47	0,04	0,13
0,02-0,03	4	4,94	0,12	0,38
0,03-0,04	6	7,41	0,24	0,75
0,04-0,05	5	6,17	0,25	0,78
0,05-0,06	5	6,17	0,30	0,94
0,06-0,07	5	6,17	0,35	1,11
0,07-0,08	4	4,94	0,32	1,10
0,08-0,09	2	2,47	0,18	0,56
0,09-0,10	2	2,47	0,20	0,63
T O T A L E S	35	43,21	2,00	6,27

*este plano tendría que ir
con números de identifica-
ción de glaciares y
más grande.*

Figura 3

DISTRIBUCION DEL AREA ENGLACIADA DE LA
HOYA DEL RIO MATAQUITO



6.2.- ORIENTACIONES DE LOS GLACIARES

Como era de suponer la orientación predominante es al SE que corresponden al 39,51% de los glaciares. El detalle de las distribuciones de la orientación de los glaciares se muestra en la tabla N° 6

TABLA N° 6

DISTRIBUCION DE LAS ORIENTACIONES DE LOS GLACIARES

ORIENTACION	N°	GLACIARES	
			%
N	1		1,23
NE	3		3,37
E	8		9,88
SE	32		39,51
S	23		28,40
SW	10		12,35
W	1		1,23
NW	--		--
RADIAL	3		3,7
T O T A L E S	81		100

6.3.- ALTURA DE LOS GLACIARES

6.3.1-La altura promedio de los glaciares es la siguiente:

Máxima 2.950 msnm

Media 2.820 msnm

Mínima 2.700 msnm

En la tabla N° 7 se describe rango de las alturas de los glaciares.

TABLA N° 7

RANGO DE LAS ALTURAS DE LOS GLACIARES

ALTURA MSNM	ALTURA MAXIMA MSNM		ALTURA MEDIA MSNM		ALTURA MINIMA MSNM	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%
4.100-4.000	1	1,23	--	--	--	--
4.000-3.800	--	--	--	--	--	--
3.800-3.600	6	7,41	2	2,47	1	1,23
3.600-3.400	3	3,70	4	4,94	2	2,47
3.400-3.200	4	4,94	4	4,94	5	6,17
3.200-3.000	20	24,69	11	13,58	6	7,41
3.000-2.800	19	23,46	22	27,16	12	14,81
2.800-2.400	16	19,75	21	25,93	29	35,80
2.600-2.400	6	7,41	9	11,11	13	16,05
2.400-2.200	6	7,41	6	7,41	6	7,41
2.200-2.000	--	--	2	2,47	7	8,61
T O T A L E S	81	100	81	100	81	100

6.4.- CLASIFICACION DE LOS GLACIARES

En el área de estudio, ha sido habitual encontrarse con glaciaretos de tipo planchón, que poseen un frente desprendente, de un perfil longitudinal colgante, en la cual su principal fuente de alimentación es nieve y/o nieve en deriva, teniendo incierta la actividad de la lengua del glaciar.

6.4.3- CARACTERISTICA DEL FRENTE (DIGITO 3)

El frente más predominante es planchón con 58,02%. Ver tabla N° 10.

TABLA N° 10

DISTRIBUCION DEL FRENTE GLACIAR

NORMAL O MISCELANEO	PIE DE MONTE	PIE EXPANDIDO	LOBULO	DES- PRELENTE	TOTAL
10 (12,3)	1 (1,23)	6 (7,41)	17 (20,99)	47 (58,02)	
					81 (100)

6.4.4- PERFIL LOGITUDINAL (DIGITO 4)

El perfil dominante en el área de estudio es el perfil logitudinal colgante 61,73%. Ver tabla N° 11.

TABLA N° 11

DISTRIBUCION DEL PERFIL LOGITUDINAL DE LOS GLACIARES

INCIERTO O MISCELANEO	LISO	COLGANTE	EN CASCADA	T O T A L
4 (4,94)	27 (33,34)	50 (61,72)	--	81 (100)

6.4.5- FUENTE PRINCIPAL DE ALIMENTACION (DIGITO 5)

La fuente principal de alimentación es nieve o nieve en deriva con un 98,77%. Ver tabla N° 12.

TABLA N° 12

DISTRIBUCION DE LA FUENTE PRINCIPAL DE ALIMENTACION

INCIERTO O MISCELANEO	NIEVE Y/O NIEVE EN DERIVA	AVALANCHA DE HIELO Y/O NIEVE	HIELO SUPER IMPUESTO	TOTAL
--	78 (96,30)	3 (3,7)	--	81 (100)

6.4.6- ACTIVIDAD DE LA LENGUA (DIGITO 6)

En su totalidad (100%) la actividad de la laguna está in cierta.

6.5.- VOLUMEN DE HIELO Y SU EQUIVALENTE EN AGUA

Para determinar su equivalente en agua se consideró la densidad media del hielo en 0,8G/cm³.

La tabla N° 3 muestra los valores obtenidos para el área en estudio.

TABLA N°13

VALORES DE AREA ENGLACEADA, VOLUMEN Y EQUIVALENTE EN AGUA

AREA ENGLACIADA	VOLUMEN ENGLACIADO	AGUA EMBALSADA
31,91 KM2.	2,29 KM3.	1,83 KM3.

En el anexo B se da el listado computacional con todos los datos observados y medidos de cada glaciar.

7.- RELACIONES ESTADISTICAS QUE SE DESPRENDEN DE LA HOJA DE DATOS.

7.1.- Distribución de glaciares por altura media, es útil esta estadística para la confección de la curva Hipsográfica.

La tabla N° 14 muestra esta distribución, la figura N° 4 muestra la curva Hipsográfica de la superficie englacada.

TABLA N° 14

DISTRIBUCION DE GLACIARES POR ALTURA MEDIA

RANGO	A R E A			
	KM2.	%	KM2. ACUMULADO	% ACUMULADO
3.700-3.600	0,58	1,82	0,58	1,82
3.600-3.400	0,77	2,41	1,35	4,23
3.400-3.200	14,92	46,76	16,27	50,99
3.200-3.000	2,95	9,24	19,22	60,23
3.000-2.800	5,81	18,20	25,03	78,43
2.800-2.600	4,66	14,61	26,69	93,04
2.600-2.400	1,32	4,14	31,01	97,18

Como se calcula esta curva hipsografica?

TABLA N° 14

DISTRIBUCION DE GLACIARES POR ALTURA MEDIA

RANGO	A R E A		KM2. ACUMULADO	% ACUMULADO
	KM2.	%		
2.400-2.200	0,68	2,13	31,69	99,31
2.200-2.150	0,22	0,69	31,91	100,00

Se observa que la moda esta en el rango de 3.400-3.200 con el 46,76% de la superficie en glaciada.

7.2.- DISTRIBUCION DE LA ALTURA MEDIA POR ORIENTACION

TABLA N° 15

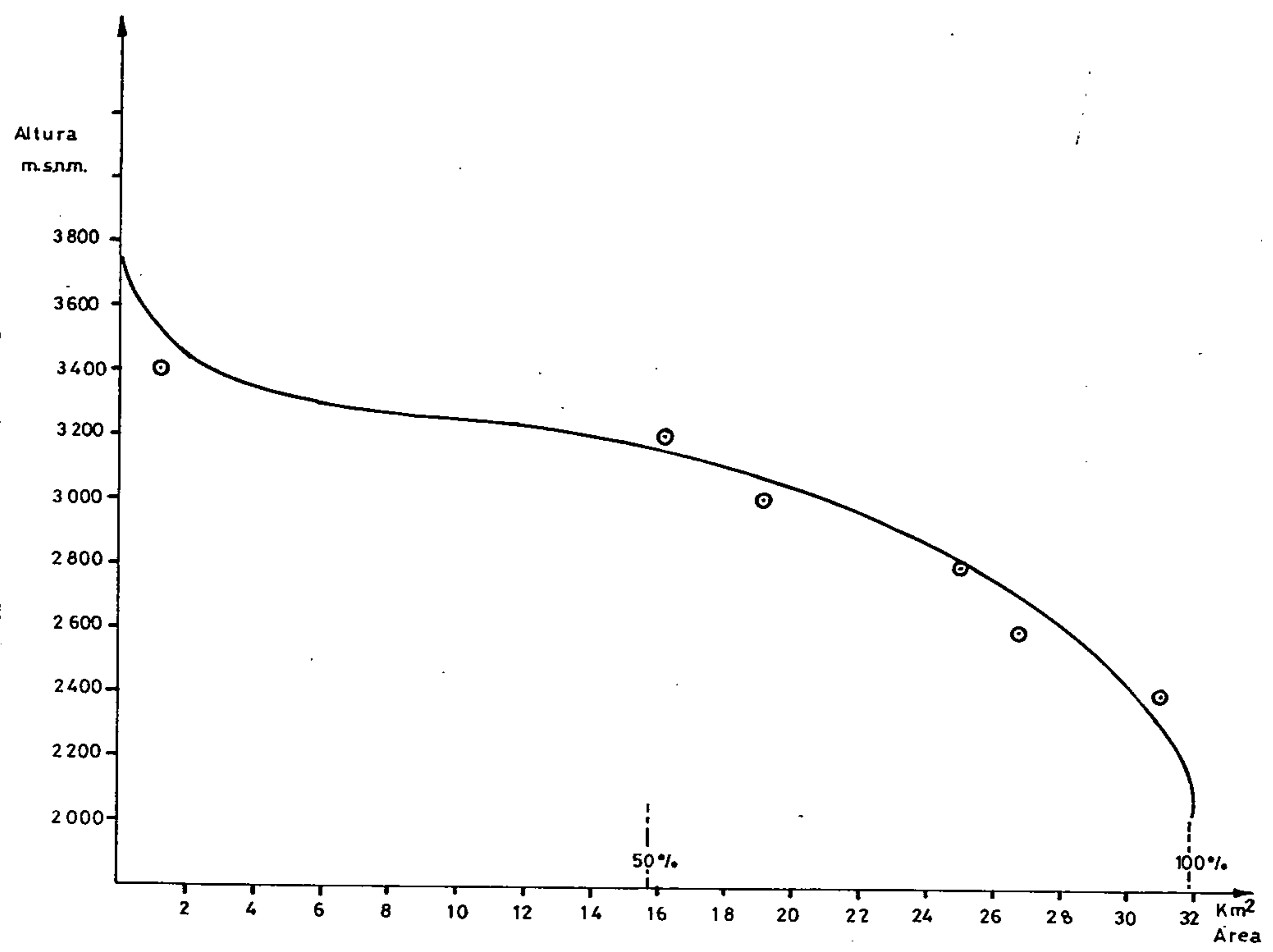
RANGO	O R I E N T A C I O N									N° %
	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	R	
3.700-3.600	—	—	—	—	1 (1,23)	—	—	—	1 (1,23)	
3.600-3.400	—	—	1 (1,23)	—	1 (1,23)	2 (2,47)	—	—	—	
3.400-3.200	—	—	—	1 (1,23)	—	1 (1,23)	—	—	2 (2,47)	
3.200-3.000	—	1 (1,23)	1 (1,23)	3 (3,7)	2 (2,47)	4 (4,94)	—	—	—	
3.000-2.800	—	—	3 (3,70)	11 (13,58)	4 (4,94)	3 (3,7)	1(1,23)	—	—	
2.800-2.600	1 (1,23)	—	2 (2,47)	9 (11,11)	9 (11,11)	—	—	—	—	
2.600-2.400	—	1 (1,23)	1 (1,23)	4 (4,94)	3 (3,7)	—	—	—	—	
2.400-2.200	—	1 (1,23)	2 (2,47)	2 (2,47)	3 (3,7)	—	—	—	—	
2.000-2.150	—	—	—	2 (2,47)	—	—	—	—	—	
T O T A L E S	1 (1,23)	3 (3,37)	8 (9,88)	32 (39,51)	23 (28,4)	10 (14,35)	1(1,23)	0	3 (3,7)	

De la tabla N° 15 se rescata que la orientación es predominantes son SSE y corresponde al rango de 2.800-2600msnm

Figura 4

CURVA HIPSOGRAFICA DE LA SUPERFICIE ENGLACIADA DE LA HOYA DEL RIO MATAQUITO

SUPERFICIE ENGLACIADA
31,91 Km²



7.3.- DISTRIBUCION DE PENDIENTE POR ORIENTACION

7.3.1- Para el cálculo de pendiente se utilizó la siguiente relación:

$$P (\%) = \frac{H2 - H1}{LM * 10}$$

DONDE: P (%) : Pendiente en %
 H2 : Altura máxima del glaciar (m)
 H1 : Altura mínima del glaicar (m)
 LH : Largo máximo(km)

7.3.2- La tabla N° 16 muestra la distribución de pendiente por glaciar y rescatamos de esta, que el 25,93% de los glaciares tienen una pendiente entre 30° y 40° grados de los cuales el 13,58% tienen orientación SE.

TABLA N° 16

DISTRIBUCION DE PENDIENTE POR GLACIAR Y ORIENTACION

PENDIENTE PORCENTAJE	O R I E N T A C I O N							Nº (%)		TOTALES	
	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	R		Nº
0-10	—	—	—	—	1(1,23)	1(1,23)	—	—	—	2	2,47
10-20	—	2(2,47)	—	1(1,23)	4(4,94)	1(1,23)	—	—	1(1,23)	9	11,11
20-30	—	—	3(3,7)	8(9,88)	4(4,94)	5(6,17)	—	—	1(1,23)	22	27,16
30-40	—	—	2(2,47)	11(13,58)	7(8,64)	1(1,23)	—	—	—	21	25,93
40-50	—	—	2(2,47)	10(12,35)	2(2,47)	1(1,23)	1(1,23)	—	—	16	19,75
50-60	—	1(1,23)	—	2(2,47)	3(3,7)	1(1,23)	—	—	—	7	8,64
7-60	—	—	1(1,23)	—	2(2,47)	—	—	—	1(1,23)	4	4,94
TOTALES	1(1,23)	3(3,7)	8(9,88)	32(39,51)	23(28,4)	10(12,35)	1(1,23)	—	3(3,7)	81	100,00

BIBLIOGRAFIA

- BENITEZ, A 1980 : Clasificación de cuencas hidrográficas de Chile, Dirección General de aguas, M.O.P Santiago.
- BRUGEN, J 1950 : Geología, Santiago, Editorial Nacimiento, 2da. Edición.
- CAVIEDES, J 1979 : Inventario de glaciares en la Hoya del Río Cachapoal y predicción de la escorretía del deshielo, Andes Centrales. Tesis para optar título de Geólogo.
- CORFO, 1965 : Texto refundido de Geografía Económica de Chile.
- GARIN, C 1986 : Inventario de glaciares chilenos desde los 18° Latitud Sur a los 32° Latitud Sur. Dirección General de Aguas M.O.P, Santiago.
- LLIBOUTRY, L 1956 : Nieves y Glaciares de Chile, fundamentos de Glaciología, Santiago.
- MARANGUNIC, C 1979 : Inventario de Glaciares, Hoya del Río Maipo Dirección General de Aguas, M.O.P, Santiago
- MULLER, F, CAFLISCHIT
OIN MULLER, G, 1977 : Instructions for compilation and assamblage of data for a world Glacier inventory.
TTS/WGI - ICSI - UNESCO.

- NOVEROY, C. 1986 : Programa computacional de transformación de coordenadas geodésicas a UTM y viceversa, Departamento de Ingeniería Civil geográfica USACH, Santiago.
- OMMANNEY, C.S.L, 1969 : A study in glacier inventory the ice masses of Axel Heiberg Island, Canadian Arctic Archipelago Alex Heiberg Island Research Reports, Glacial. 3 , Mac Gill Univ. Montreal
- VALDIVIA, P 1984 : Inventario de glaciaciones del Río Tinguiririca, Dirección General de Aguas, M.O.P, Santiago.

A N E X O "A"

NORMAS ESTABLECIDAS POR LA U N E S C O

PARA LA CASIFICACION DE CADA

G L A C I A R

CLASIFICACION

La norma de UNESCO ha propuesto una descripción morfológica de los glaciares, en una clasificación de tipo matriz de seis dígitos que se muestra en la Tabla N° 17. Los diversos tipos y características glaciares enumeradas en las seis columnas de la Tabla 17 se describen a continuación:

TABLA N° 17

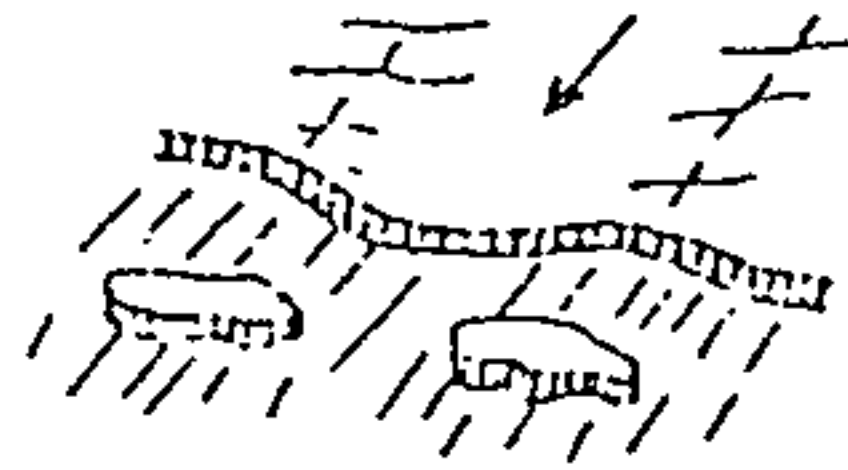
CLASIFICACION Y DESCRIPCION DE GLACIARES

	DIGITO 1 Clasificación Primaria	DIGITO 2 Forma	DIGITO 3 Características del Frente	DIGITO 4 Perfil Longitudinal	DIGITO 5 Fuente Principal de alimentación	DIGITO 6 Actividad de La Lengua
0	Incierto o misceláneo	Incierto o misceláneo	Normal o misceláneo	Incierto o misceláneo	Incierto o misceláneo	Incierto
1	Sábana de hielo continental	Cuencas compuestas	Pié de monte	Liso	Nieve y/o nieve en deriva	Retroceso marcado
2	Campo de hielo	Cuenca compuesta	Pié expandido	Colgante	Avalancha de hielo y/o nieve	Retroceso leve
3	Casquete de hielo	Cuenca simple	Lóbulo	En cascada	Hielo superimpuesto	Estacionario
4	Glaciar de desague	Circo	Desprendente	Salto de hielo		Avance leve
5	Glaciar de valle	Nicho	Confluente	Regenerado		Avance marcado
6	Glaciar de montaña	Cráter				Posible surgiente
7	Glaciarete y campo de nieve	Planchón				Surgiente conocida
8	Plataforma de hielo	Grupo				Oscilante
9	Glaciar de roca	Remanente				

FIGURA N°5



Glaciar de Desagüe



Plataforma de Hielo



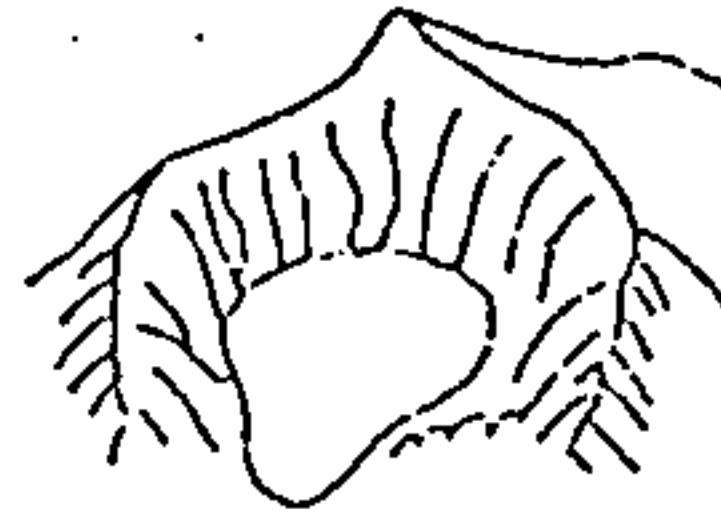
Cuencas Compuestas



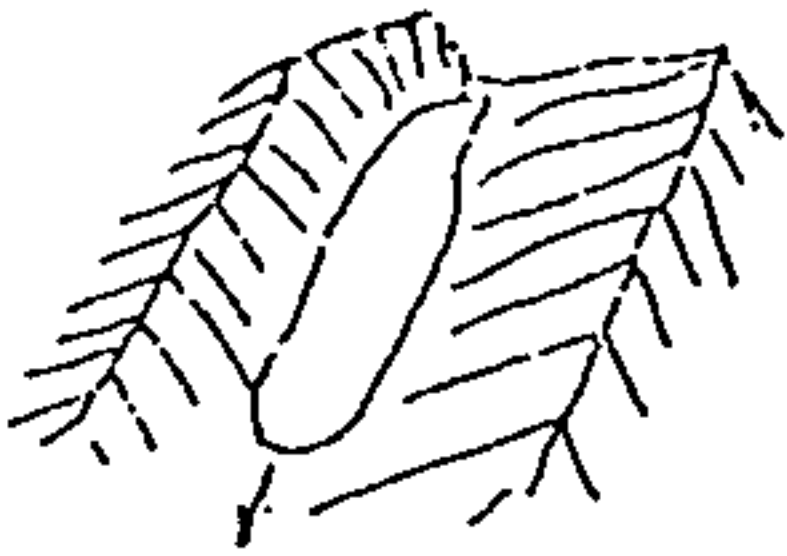
Cuenca Compuesta



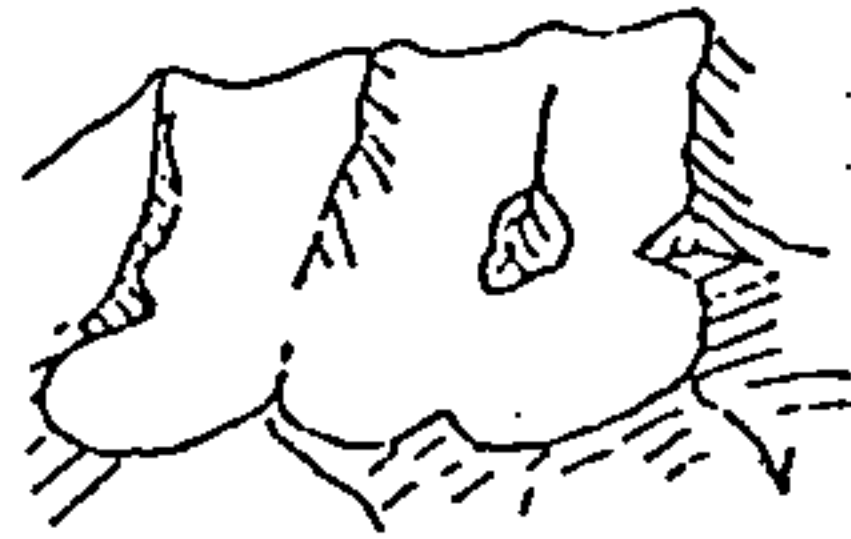
Cuenca Simple



Circo



Nicho



Pié de Monte



Pié de Monte



Pié Expandido



Lóbulo



Glaciar Confluente

TIPOS DIFERENTES EN LA CLASIFICACION DE GLACIARES (UNESCO)

0. Incierto o misceláneo. Cualquier tipo no mencionado en esta columna.
1. Sábana de hielo continental. Una masa de hielo que inunda cubriendo áreas de tamaño continental (mayores de un millón de km^2). Actualmente existen solo en la Antártica y Groenlandia.
2. Campo de hielo. Una masa de hielo de tipo sábana o manto más o menos horizontal, de espesor insuficiente para cubrir todo el relieve subglacial. Varía en tamaño desde la magnitud de un glaciarete hasta un tamaño subcontinental. Ejemplo en Chile: hielos patagónicos.
3. Casquete de hielo. Masa de hielo con forma de domo y flujo radial divergente.
4. Glaciar de desague. Lengua glaciar que emerge de un campo de hielo, o casquete de hielo, drenándolo parcialmente. De forma bien definida, usualmente como glaciar de valle, en su área de ablación, suele ser difícil de delinear en su área de acumulación. En Chile: glaciares O'Higgins y Jorge Montt en el Hielo Patagónico Sur. Fig
5. Glaciar de valle. Fluye por un valle bien definido. El área de acumulación es generalmente bien diferenciada. Es característicamente más largo que ancho.
6. Glaciar de montaña. De forma variada, a veces similar a un glaciar de valle pero más pequeño. Se incluye en este tipo a aquellos glaciares listados en el dígito 2 como Circo, Nicho, Cráter y Planchón.
7. Glaciaretes y campos de nieve. Pequeñas masas de hielo de forma indefinida que corrientemente se desarrollan por el viento y depositada en depresiones o lechos de ríos

y arroyos. También pueden provenir de avalanchas de nieve o de acumulaciones potentes que ocurren en algunos años en pendientes protegidas. El recongelamiento produce campos de hielo sólido que se mantienen al menos dos veranos consecutivos. No se distinguen líneas de flujo.

8. Plataforma de hielo. Sábana de hielo flotante, de espesor considerable, unida a la costa y alimentada por glaciares desde el interior continental y/o por acumulación nival en su superficie. Es una formación característica de la Antártica. Fig. N°5
9. Glaciar de roca. Masa de fragmentos angulares de roca, de forma de glaciar, con hielo o nieve intersticial o cubriendo los restos remanentes. En Chile se origina habitualmente por avalanchas de nieve, hielo y roca desde fuertes pendientes superiores. Con leve movimiento pendiente abajo.

b) Dígito 2: Forma

0. Incierto o misceláneo.
1. Cuencas compuestas. Dos o más cuencas de acumulación que dan origen a lenguas glaciares individuales (generalmente de tipo glaciar de valle) que se unen aguas abajo (Fig. N°5).
2. Cuenca compuesta. Una lengua de hielo con dos o más cuencas de alimentación (Fig. N°5).
3. Cuenca simple. Un glaciar con una sola cuenca de alimentación.
4. Circo. Glaciar que ocupa una hendidura profunda y redondeada en la falda de una montaña o la cabecera de un

5. Nicho. Pequeño glaciar desarrollado inicialmente en una hondonada o depresión en forma de V en la falda de una montaña. Es una forma genéticamente menos desarrollada que el glaciar de circo. Fig. N° 5.
6. Cráter. Masa de hielo que se encuentran en, o dentro de un cráter volcánico.
7. Planchón. Masa de hielo irregular y delgada, adosada a la falda de una montaña, una arista, o que desciende de una cumbre.
8. Grupo. Varias masas de hielo similares dispuestas cerca entre sí y demasiado pequeñas para numerarlas individualmente. Habitualmente grupos de glaciaretas.
9. Remanente. Masa de hielo corrientemente pequeña e inactiva, abandonada por un glaciar en retroceso o separada de su fuente de alimentación.

c) Dígito 3: Características del frente.

0. Normal o misceláneo. El frente corrientemente convexo de una lengua de glaciar.
1. Pié de monte. Campo de hielo formado por la unión de dos o más glaciares en tierras bajas. Generalmente se originan por la unión de glaciares de pié expandido. Fig. N° 5.
2. Pié expandido. Abanico de hielo que se origina cuando la porción inferior de un glaciar abandona las paredes confinantes de un valle y se expande al llegar a una superficie menos restrictiva y más plana. Fig. N° 5.
3. Lóbulo. Parte de un Campo de Hielo o Casquete de hielo en forma de lengua, con dirección de flujo definida, mas ancha que larga, drenando las márgenes.

4. Desprendente. Glaciar cuya lengua terminal se extiende suficientemente en el mar o un lago como para producir témpanos. Habitualmente se trata de un frente vertical. Se incluyen aquí también los frentes desprendentes de glaciares en tierra, generalmente términos de glaciares colgantes.
5. Confluente. Glaciares cuyas lenguas se unen y se tocan o fluyen en forma paralela, pero pueden individualizarse fácilmente por rasgos como morrenas.

d) Dígito 4: Perfil longitudinal

0. Incierto o misceláneo.
1. Liso. Se clasifica así el perfil longitudinal normal, regular, o bien uno ligeramente irregular con pequeños escalones que no desmejoran demasiado la apariencia regular.
2. Colgante. Un glaciar posado en la falda de una montaña de fuerte pendiente o fluyendo de un valle colgante. Habitualmente posee un frente desprendente.
3. En cascada. Glaciar cuya superficie desciende en una serie de escalones prominentes, con numerosas grietas y seracs. Los escalones son producto del flujo del glaciar sobre una base rocosa de fuerte pendiente e irregular.
4. Salto de hielo. Glaciar con una considerable caída en su perfil longitudinal en un punto, causando una superficie muy franturada.
5. Regenerado. Glaciar que se quiebra y rompe sobre una pared vertical de roca con desprendimientos, reconstituyéndose más abajo.

e) Dígito 5: Fuente principal de alimentación.

0. Incierto o misceláneo.
1. Nieve o nieve en deriva. La forma normal de alimentación de un glaciar es por la precipitación nival o la acumulación de nieve en deriva, arrastrada por el viento.
2. Avalanchas de hielo y/o avalanchas de nieve. En áreas montañosas altas y de fuerte pendiente es posible que la alimentación principal de algunos glaciares provenga de avalanchas de nieve y/o hielo.
3. Hielo superimpuesto. Hielo que se forma sobre la superficie del glaciar por recongelamiento de agua, habitualmente proveniente de la fusión del manto de nieve superior.

f) Dígito 6: Actividad de la lengua

0. Incierto.
1. Retroceso marcado. Igual o mayor de 20m/año.
2. Retroceso leve. Menos de 20 m/año.
3. Estacionario. Sin cambio notable.
4. Avance leve. Menos de 20 m/año.
5. Avance marcado. Igual o mayor de 20 m/año.
6. Posible surgiente. Probable velocidad de 500 m/año, o mayor.
7. Surgiente conocida. Velocidad conocida de 500 m/año o mayor.
8. Oscilante. Variaciones conocidas de la posición de la lengua, en base a observaciones regulares.

g) Morrenas.

Clasificación de dos dígitos. El primer dígito para morrenas en contacto con el hielo y el segundo dígito para morrenas no en contacto con hielo y ubicadas usualmente aguas abajo del glaciar. En cada uno de estos casos se clasifican las morrenas de la siguiente manera:

- 0 sin morrenas
- 1 morrena terminal
- 2 morrena lateral y/o medial
- 3 morrena de empuje
- 4 combinación de 1 y 2
- 5 combinación de 1 y 3
- 6 combinación de 2 y 3
- 7 combinación de 1, 2 y 3
- 8 detrito, posiblemente morrénico
- 9 morrenas, tipo incierto o no listado.

h) Profundidad media (m)

No existiendo mediciones de espesor en nuestros glaciares, se ha desarrollado un método de estimación de espesor para glaciares de áreas diversas, que se indica en capítulo aparte. La precisión de la medida de espesor debe evaluarse de la siguiente manera, según norma de UNESCO:

- 1 error de 0 a 5%
- 2 error de 5 a 10%
- 3 error de 10 a 20%
- 4 error de 20 a 30%
- 5 error mayor de 30%

A N E X O "B"

LISTADO COMPUTACIONAL

CON LOS DATOS OBTENIDOS EN CADA

G L A C I A R

EXPLICACION DE LA NOMENCLATURA EMPLEADA
EN EL LISTADO COMPUTACIONAL DE LOS DATOS
OBTENIDOS DE CADA GLACIAR

IDENTIFI/NUM	: Identificación y número del glaciar
NOMBRE DE GLAC.	: Nombre del glaciar
NCD	: Número de cuencas de drenaje
NEI	: Número de estados Independientes
ESC	: Escala de la carta empleada
T	: Tipo de fotografía empleada
PRE	: Presición en el cálculo del área
ESTADO	: Area en el estado
EXPUESTO	: Area expuesta
ANCHO MED	: Ancho Medio
LAR. MED	: Largo Medio
LAR. MAX	: Largo Máximo
LAR. MAX. EX.	: Largo Máximo Expuesto
OAC	: Orientación área de acumulación
OAB	: Orientación área de ablación
ALMAX.	: Altura Máxima
ALME	: Altura Media
ALMN	: Altura Mínima
ALMNE	: Altura Mínima Expuesta
CLASIF	: Clasificación del glaciar
PROF.	: Profundidad del glaciar